

2. M-3Hレーダ系搭載機器

1) トランスポンダ, デコーダ

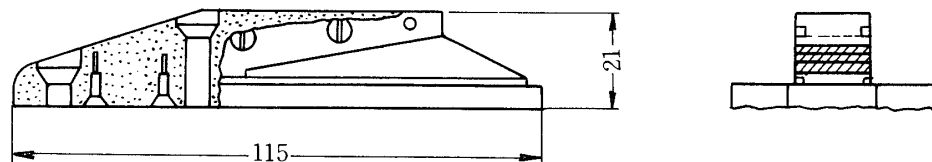
M-3H型ロケットにおいてレーダ関係の搭載機器は, M-3H-1~3号機とも第2段目計器部にLバンドのトランスポンダ(RT-1)とCバンド・トランスポンダ(RT-2), コマンドデコーダ(CM-DEC), アンテナ切換器等を搭載している. それぞれのトランスポンダの規格は第1表に列記するが, これらの構造回路等詳細については文献1に掲載してある.

第1表 各トランスポンダの規格

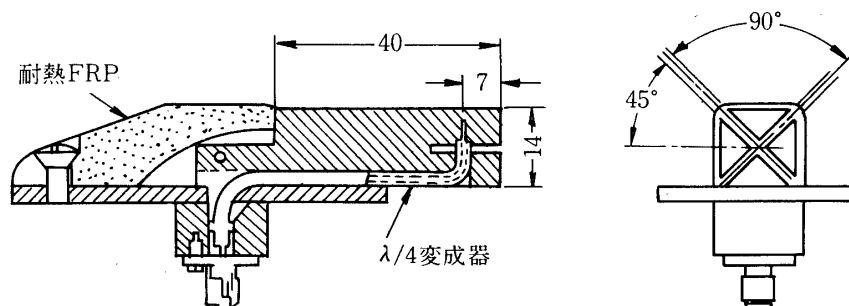
規格項目	RT-1	RT-2
受信周波数	1687 ± 2 MHz	5586 ± 3 MHz
送信周波数	1673 ± 2 MHz	5636 ± 3 MHz
送信出力 (p-p)	100 W	400 W
送信パルス幅	1.0 ± 0.5 μs	0.9 ± 0.1 μs
受信感度	-70 dbm以下	-70 dbm以下
外形寸法 W-H-L	112-100-159 mm	150-122-126 mm

2) アンテナ (アンテナ切換器)

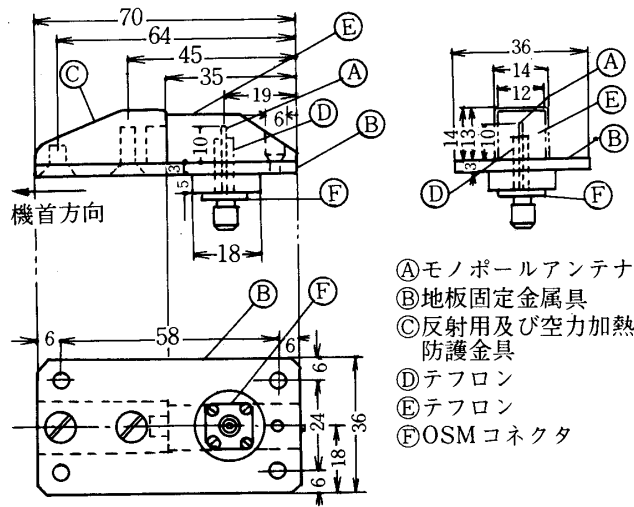
第1図にM-3H搭載アンテナを示す. 第1図(a)はRT-1用セミ型アンテナで, これは



第1図(a) M-3H 1.6 GHz (RT-1)用搭載アンテナ



第1図(b) M-3H 5.6 GHz (RT-2)用円偏波搭載アンテナ



第1図(c) 5.6 Hz 反射板付き 1/4 波長モノポール搭載用アンテナ

M-4S, M-3C型搭載と同じものである。第1図(b), (c)には, RT-2用アンテナを示す。第1図(b)は, M-3C型に搭載された送受共用円偏波アンテナ(クロスノッチ型アンテナ)である。このアンテナは, M-3H-1号機の1対のアンテナの片側だけに使用されており, M-3H-1号機他の片側及びM-3H-2, 3号機にはすべて第1図(c)の反射板を付加した1/4波長, 直線偏波モノポールアンテナが使用された。これらの詳細については文献1にゆだねる。また, Cバンドレーダ系搭載機器の構成についてはM-3C型と同じである[2]。第2図にはM-3Hレーダ搭載アンテナ配置図を示す, 第2段計器部外板にはM-3C同様これらレーダアンテナの他に計22本のアンテナが取付けてあるが, ここではレーダアンテナのみを示す。

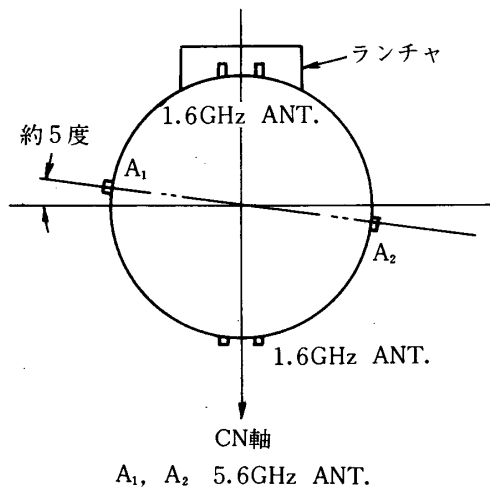


図2 M-3Hレーダ搭載アンテナ配置図

3. 追尾概要

1) 第1段, 第2段目の飛翔概要

ロケット自体はM-3H-1~3号機, それぞれ正常に飛翔している. M-3H-1号機はM-3H-2号機の予備実験機としてフライトを行っているので, M-3H-1, 2号機はほぼ同じ軌道で飛翔している. M-3H-1, 2号機は北極地方のオーロラ観測を目的とした衛星を搭載しており準極軌道を達成させる必要から, 発射方位角はこれまでの $AZ_0 = 90$ 度方向ではなく $AZ_0 = 150$ 度方向に設定されている. M-3H-3号機は近地点250km 遠地点30,000kmを目標に打上げられ, 発射方位角 AZ_0 は90度方向である. 第3図(a), (b)には, M-3Hの初期軌道がそれぞれR-H, Λ - Φ 面に分けて描いてある. 図(a)より第2段点火の86秒頃には, M-3H-1, 2号機は地表面距離80km, そこでの高度60kmの位置で上昇を続けており, 第2段TVC, サイドジェットにより制御され, ほぼ同じコースで上昇している. M-3H-3号機では, 第1段目が予定コースより約1.8度風等の外乱により上向いてしまっているため, 第2段目のラジオガイダンスによりコースを修正し, ほぼ予定の衛星軌道を達成している. 図(b)より, M-3H-1, 2号機は発射方位角 $AZ_0 = 150$ 度コースを取っているが, M-3H-1号機では第2段点火の86秒頃には発射方位角で, 153.5度のコースを飛翔しており, その後, ラジオガイダンスにより若干の修正を加えられている. M-3H-2号機においては, 精測レーダ不具合のため正確なデータが得られていないが, 86秒付近では発射方位角147度のコースを飛翔しており, 予定の152度より北に振られている. ラジオガイダンスは100秒付近より始まり, 最終的には発射方位角 $AZ_0 = 151$ 度であった.

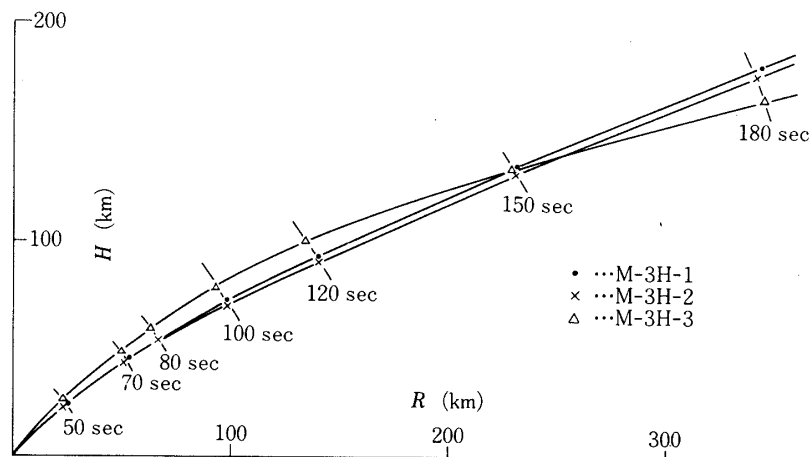
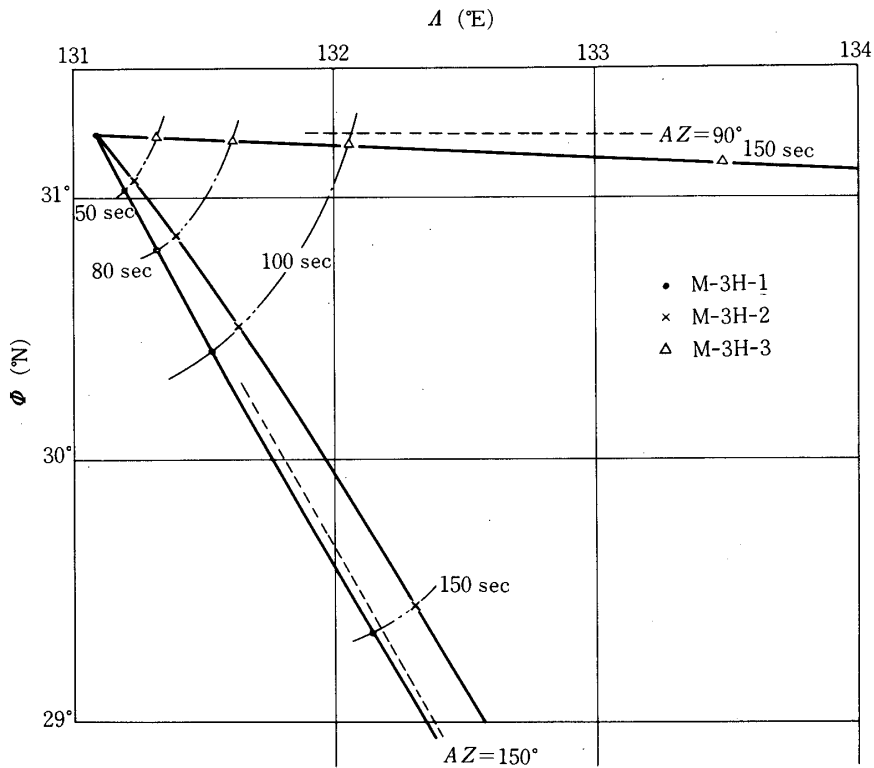


図3(a) M-3H 初期軌道 (R-H)*

図3(b) M-3H 初期軌道 ($A-\phi$)

2) 受信概要 (RT-2) について

レーダとロケットが発射時において比較的近距离 (2 km) にあるのと地形的状況 (レーダセンタから見てロケットの背面に山を有している。) の理由によって、オンランチャーより自動追尾することは若干の懸念があった。しかし、L4 SC型ロケット等でオンランチャーより自動追尾モードでトラッキングする方法が可能であると判明したので、M-3Hでは精測レーダはすべてオンランチャーより自動追尾を行っている。しかし、不測の事態にそなえて、X+15秒程度まで捕捉レーダより送信を行っている。捕捉レーダは、オンランチャーより光学追跡装置 (オプティカルトラッカー) にスレーブを行い、X+7~8秒に自動追尾に入っている。これにより、M-3HロケットではX時より自動追尾データが計算機に読み込まれ、X+4秒よりデータ処理が行われている。しかし、第4図にあるように受信は、第1段目のナチュラル・スピン、搭載アンテナパターン及びアンテナがアンテナ切換器の作動等により変動し、全体として切れ込みの多い形になっている。又、M-3H-2号機においては、地上系改修に伴って生じた調整の不完全により、X+70秒付近まではデータが不完全となっているし、自動追尾に入った70秒以降においても、第2段目燃焼中の90秒より165秒までの期間で同期はずれ (ビデオ信号の歯抜け状態) が起こっている。M-3H-3号機では地上系を再度点検し若干の改修を行い、地上、搭載両系とも完全な形でデータが取

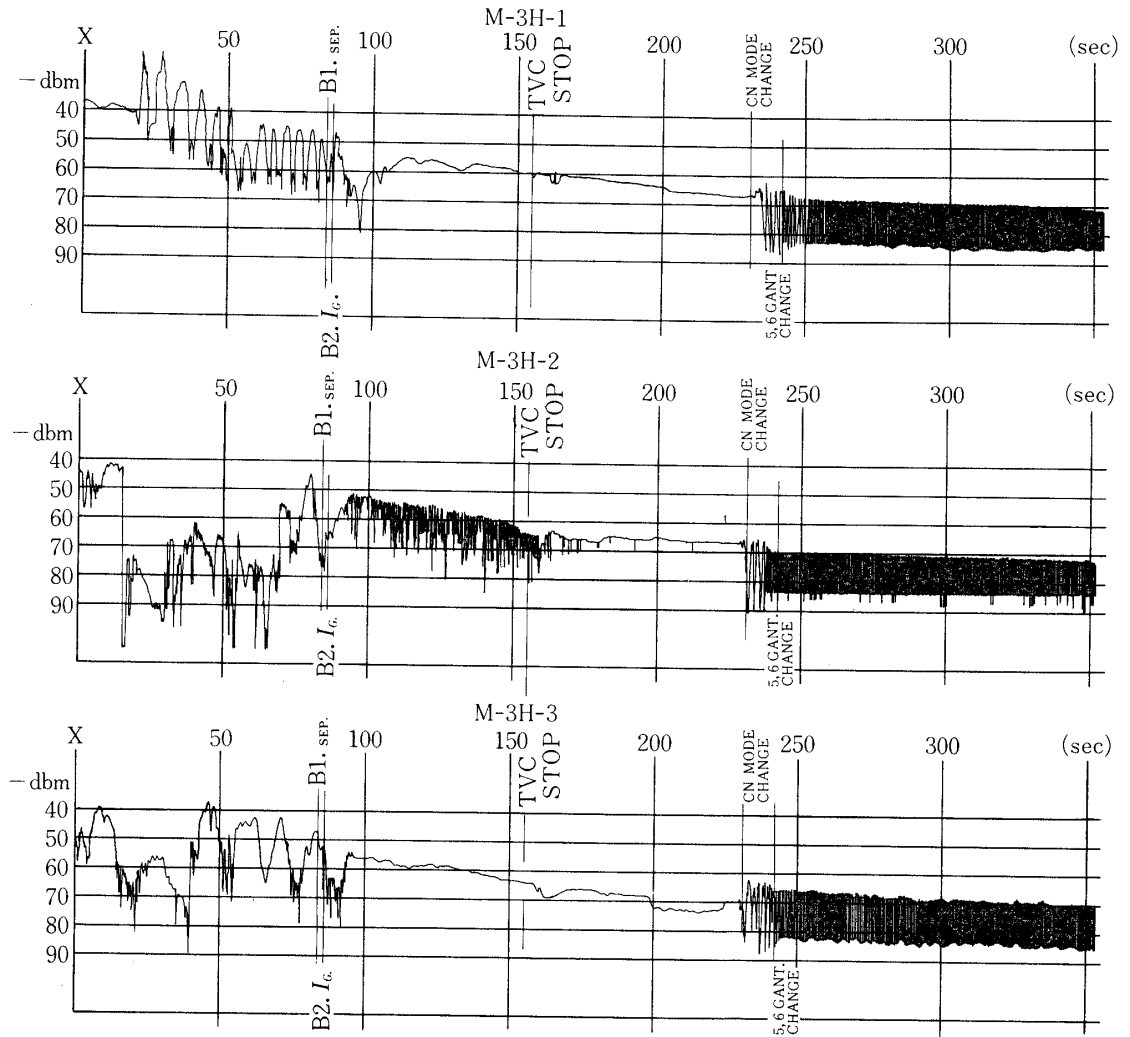


図 4 M-3H 受信記録 (AGC data)

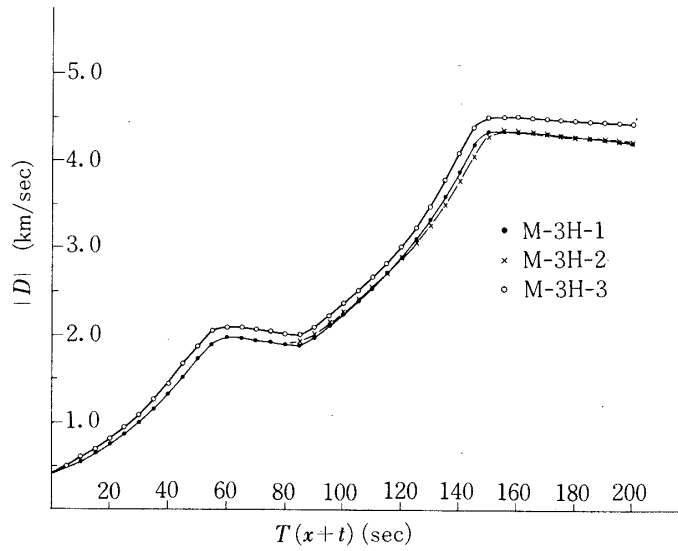
得できている。

4. オンラインデータより求めた速度、加速度の大きさ及び方向

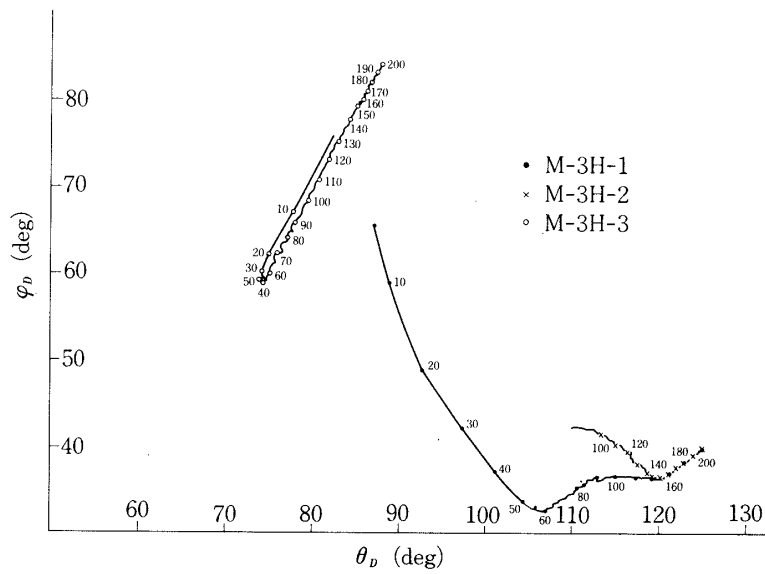
第2表に、M-3H-1～3号機のレーダデータより求めた第1段、等2段の最高速度及び速度差を示す。第5図には、速度の大きさの変化を示す。M-3C型に比べて、第1段目の燃焼時間延長及び速度向上の様子が表われている。又、推薬性能もこのデータを見る限り安定している。なお、M-3H-2号機についてはX+80秒以前のデータ処理ができず、又、データ処理を行った期間についても、乱れの大きいものになっている。それらは、これから述べる速度の方向、加速度等についても同様である。第6図の速度の方向については、M-3H-1, 2号機は飛翔方向が同じであるのでほぼ同じようなデータが得られているがM-3H-3号機は目標軌道が大きく異なり、また、発射方向が $AZ_0 = 90$ 度であったことより異なったデータが得られている。加速度の大きさを第7図に示す。データ取得状態が完全でなかった影響がM-3H-2号機に出ているが、M-3H-1, 3号機はほぼ同じデータが取得出来ている。第8図に加速度方向の方位角(AZ_{CN})を示す。軌道の異なるM-3H-3号機と、データの得られなかったM-3H-2号機があることに留意してデータを見ると、第1段目の変化、第2段目のガイダンスのかかった様子が表われている。又、第9図には加速度方向の上下角(EL_{CN})が示してあり、これを見ると、M-3H-1, 2号機では第2段燃焼終了時において機首が立っているのに対して、M-3H-3号機では寝ている様子がわかる。

第2表 M-3H 速度について

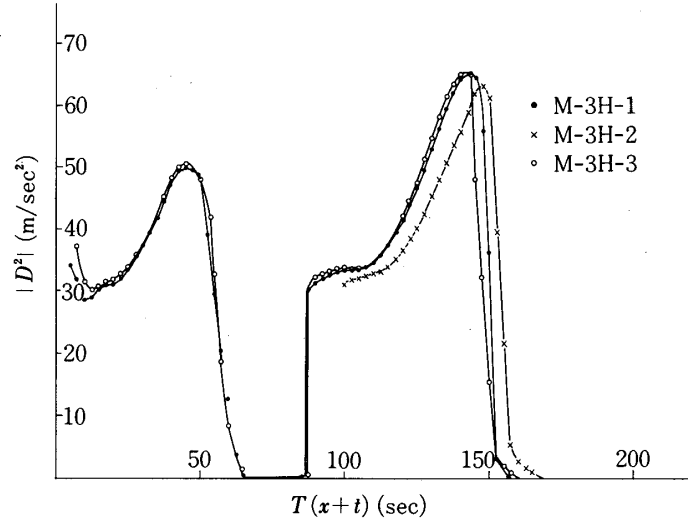
		第1段目	第2段目
燃焼初期速度	M 3 H 1	398.0	1887.2
	m/sec " 2	—	1934.1
	" 3	398.0	2005.6
燃焼終期速度	M 3 H 1	1991.2	4359.1
	m/sec " 2	—	4341.1
	" 3	2109.8	4502.2
速度差	M 3 H 1	1593.2	2471.9
	m/sec " 2	—	2407.0
	" 3	1711.8	2396.6



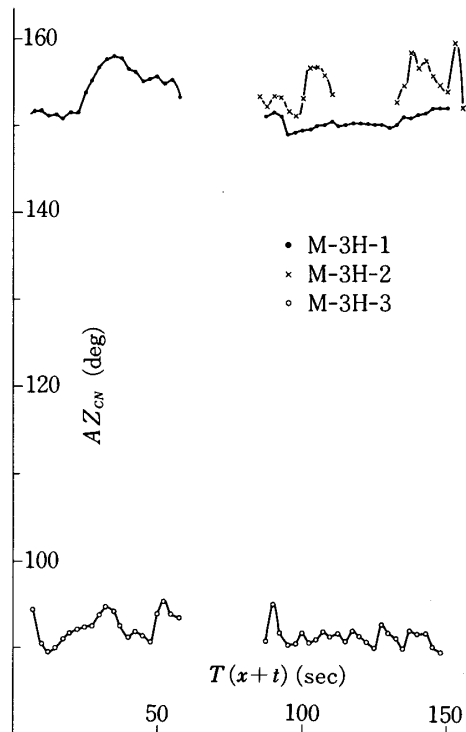
第5図 M-3H 速度の大きさ



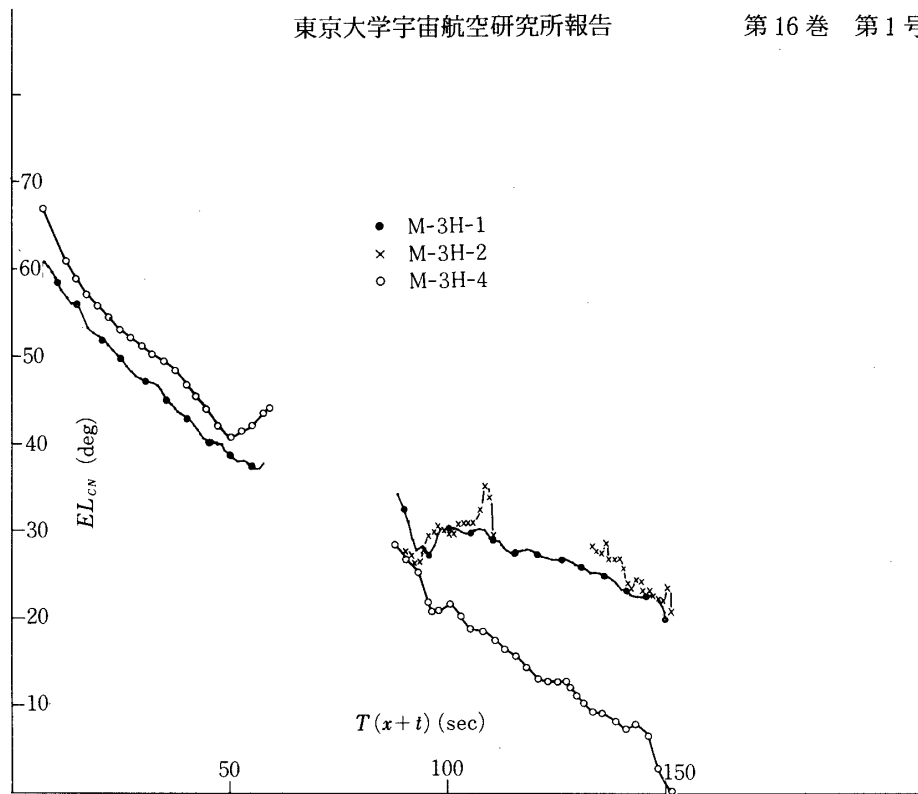
第6図 速度の方向



第7図 M-3H 加速度の大きさ



第8図 M-3H 重力補正済加速度の方向 AZ_{CN}

第9図 重力補正済加速度の方向 EL_{CN}

5. 結 言

今回地上系改修中の調整不完全により、M-3H-2号機についてはデータ取得に不備があったことは残念であった。しかしながら、全体としてはM-3C型から引き続き行われているガイダンスの目的に対して、精測レーダがその性能を十分発揮しているものと考えてよい。データ処理にしても、前回M-3C型で示した精処理ルーチンを行わないでも、飛行時に起こった種々の現象を読み取ることができる。今後共に地上、搭載を含めて機器をより完全なものにし、精度の良いデータを継続的に取得するようしていく必要があると思われる。最後にご指導ご検討をいただいた斎藤成文教授、野村民也教授、東口 實教授、石谷 久助教授ならびに現地鹿児島でオペレーションその他でたいへんにお世話になった日本電気株式会社、三菱電機株式会社、明星電気株式会社の各位に深謝する。

1979年11月1日

6. 参考文献

- [1] M-3H-1, M-3H-2, M-3H-3実験計画書, 実験報告書, SES データセンタ編.
- [2] 浜崎, 水町他 "レーダによるM-3C ロケットの軌道追跡及びデータ処理結果" 東京大学宇宙研報告 第14巻 第1号(B) p 333~344 1978年2月.